●入門者にもおすすめ

3A5PP ステレオ・アンプの製作

池田　敏弘

聴感上のパワー感にびっくり

音響機器の今後の傾向として大きく2つの流れがありそうです．1つは，音響機器とPCあるいは携帯電話といった情報/通信機器とのネットワーク化の流れで，もう1つは，パーソナル・ユースに徹した超小型/モバイル化の流れです．

前者のネットワーク化の流れについては，2004年6月号で発表した「フル・リモコン真空管300Bアンプ」で，ネット家電機能＝AVネットワークを搭載し，PCや携帯電話から遠隔・監視/操作できる真空管アンプという形で具体化しました．

これまで本誌で発表した装置に投入した技術を活用した今回の省エネ型低電圧駆動ミニミニ真空管アンプは，後者の超小型モバイル化の流れに沿ったものです．

本機のおもな特長は下記のとおりです．

1)　＋12V駆動真空管アンプ
2)　無調整・真空管PPアンプ
3)　手のひらサイズ

本機の特長

(1)　＋12V駆動アンプ

4月号に発表した「6DJ8差動PP超ストレート・アンプ」は，通常の室内での音楽再生特性を重要視した，ハイ g_m の3極管2本とPPタイプの出力トランスだけという単純極まりない構成でした．

共通カソード側を定電流回路とすることで対称なPP動作を確保し，最大出力0.25Wながら，再生される音楽は瞬発力のある優れたアンプでした．ここ大阪の“手作りアンプの会”のメンバーからも同様な感想があり，部屋で音楽をじっくり聴くということでは，0.25Wという出力にパワー不足を感じることはなく，数値だけでは決まらない真空管アンプの聴感上の出力特性の重要性と魅力を，改めて認識することになりました．

このアンプのB電圧は約＋88Vで，一般的真空管アンプに比べ低いものでしたが，今回は，省エネも考慮し，さらに低電圧化を進め，市販汎用電源やカー・バッテリー電源が使える＋12VにB電圧を設定，正電圧側のみとしました．

このような電源仕様により，カソード側の定電流回路をなくし，第1図のような＋12V駆動3極管PP回路構成としました．

(2)　無調整の真空管PPアンプ

3極管PP回路を対称に動作するため双3極管を使用し，96年12月号に発表した「車載用管球アンプ」で採用した第2図の非反転増幅器と反転増幅器とを組み合わせた駆動回路でドライブすることにしました．

またNFBは，これまでの結果に習い駆動回路でクローズし，3極管は無帰還動作としました．当然ながら調整個所はありません．

(3)　手のひらサイズ

パーソナル・ユースにおいて重要な項目の1つである超小型化実現のため，電源はPC用ATX電源の4P電源ケーブルからとり，真空管アンプながら手の平サイズにおさめました．4P電源ケーブルから切り離せば持ち運びも容易で，ATX電源が使用できるところであれば，手軽に使うことができます．

〈第1図〉
本機の基本構成．入門者向けにぴったりのミニアンプ

(4) 真空管の選定

これまで述べた特長を実現するため，キーとなる真空管を選定しなければなりません．選定でのポイントを挙げてみますと，つぎのようになります．

- 読者が入手しやすい双3極管
- 低電圧B級PPに適するもの
- ヒータ電流が小さいもの
- 携帯など耐久性に優れたもの

これらの項目を満足する真空管ということから，3A5を選定しました．

ここで3A5の概要を簡単にお話しさせていただきます．データによると，3A5は低周波および高周波の電力増幅に用いられ，高周波電力増幅ではC級PPで2Wの出力が得られます(E_b =135V)．最大定格にグリッド電流の規定があり，増幅率とプレート内部抵抗の値から，ゼロ・バイアスでもあまり電流が流れず，グリッドをプラス領域まで励振することでパワーが出る，典型的な送信管の特性を持っています．

この球はフィラメントを乾電池でつけることができ，このため携帯用のトランシーバによく使われました．1960年ころのアマチュア無線関連技術誌には3A5による送受信対応のトランシーバが紹介されていました．ユニットの一方を超再生検波と発振に使い，もう一方で低周波電力増幅を行わせるもので，この簡易式トランシーバ回路は，当時アメリカでは軍用にも広く使われていたようです．

〈第2図〉3極管PPの駆動回路

今回のような低電圧設定であれば，電池と昇圧型DC-DCコンバータと組み合わせることで携帯式アンプも実現可能という，ユニークな真空管です．

また，音楽愛好の私たちから興味深い点として，銘球300B，2A3と同じ直熱3極管であることで，再生される音に期待がもてそうです．

回路のあらまし

第3図にこのアンプの増幅部の回路図を示します．

3極管をドライブする非反転増幅器，反転増幅器には，Opアンプ4556を使いました．このOpアンプは，4558の出力段に改良を加えた高出力電流のデュアル演算増幅器です．位相補正回路を内蔵するとともに，スルー・レート3V/μs，利得帯域幅8MHzと高速広帯域特性を兼ね備えています．また，4558に比べ電源電圧の利用率においても優れています．

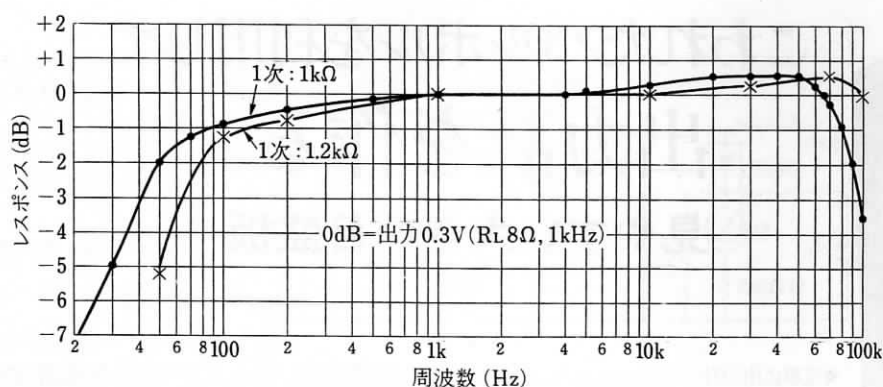
さらに利用率のよいものということで単一電源OpアンプLN2904を試したところ，利用率はよくなり出力は大きくなりますが，ある出力以上から寄生発振現象が見受けられるため，結局，動作が安定で素直な特性の4556にしました．

4556内蔵等価回路を**第4図**に示します．初段はPNPトランジスタによる差動入力カレント・ミラー負荷，次段はエミッタ・フォロワ，プリドライバ段はエミッタ接地定電流負荷，出力段は，高出力電流に対応するため，正側は通常のNPNエミッタ・フォロワ出力ですが，負側はインバーテッド・ダーリントン出力となっています．

4556の電源電圧の利用率は正負対称ではなく，正電圧側の利用率が少し悪いので，バイアス電圧を1/2 V_{CC}より高めに設定しています．そのためバイアス電圧を決める抵抗値比が，(33kΩ+1.5kΩ)：39kΩとなっています．上下対称に振幅波形はクリップします．

3A5を動作させるには，非反転増幅器の出力を一方のグリッド側に，反転増幅器の出力をもう一方のグリッド側に接続します．+12V駆動でプレート電流を流すために正バイアスとし，回路の単純化と作りやすさということも狙って，カップリング・コンデンサは用いず，直結としました．片電源対応のため入力のみカップリング・コンデンサが存在しますが，それ以降の接続は直結となり，3A5をドライブしています．

出力トランスには，当初「FET差

〈第3図〉+12V単電源で働く3A5PP超ミニアンプの回路図

〈第6図〉負荷1kと1.2kでの周波数特のちがい

〈第7図〉8Ωでのひずみ率特性

らクリップをはじめるためです．改善策としては，電源電圧利用率のよいOpアンプにすることと，3A5 PP出力トランスの最適インピーダンスを検討することが考えられます．電源電圧の＋12Vを大きくすれば容易に出力アップできることはいうまでもありません．

今回は読者のみなさんが入手しやすいリーズナブルな価格の部品を使い，製作容易な低電圧駆動真空管アンプを作ってみようということで，この仕様のものとしています．

試聴

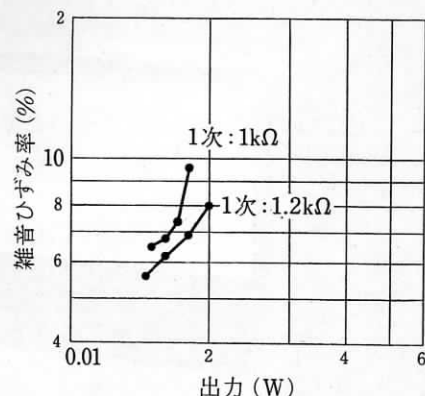
本機の試聴を，以下の機器を用いて実施しました．

1．CDプレーヤ：自作アナデジ・プレーヤ“電蓄”(90年3月号参照)
2．PC(DVD)：EPSON EDiCube
3．スピーカ：ALTEC 405-8 H (自作バスレフ)，JBL 4343 A改造

無信号再生時スピーカに耳を近づけても，ハムなどのノイズはまったく聴こえません．

音楽を再生しますと，300 B・PPアンプを思わせるほどの聴感上の押しがあり，ボーカルはなかなか生々しい音質傾向です．大出力の現代アンプに比べはるかに微小な出力のアンプですが，信じられないほどの聴感上のパワーが感じられます．最大出力0.02 Wとは想像もつきません．さらに，＋12Vで駆動されている音とも想像つきません．

このアンプも，手の平サイズの外観とパワーある再生音とのミスマッチから，自分の目と耳とを疑ってしまいます．自宅で通常の音量レベルにおいてはパワー不足を感じません．音圧レベル90 dB以上のスピーカとの組み合わせであれば，実用的なレベルかと思います．

前述のように“手作りアンプの会”のメンバーのかたにも聴いていただくことにしました．試聴は，例会場所の東京真空管さんとマンション集会室との2カ所で，使用スピーカは比較的能率の低いJBLコンパクト・スピーカで，微小出力アンプには不利な環境条件でしたが，「小さな外観で＋12Vなのに十分に鳴ってるやん」「聴感上のパワーがスゴイ．ほんとうに最大出力20 mWのアンプなん？」「＋12Vで真空管を鳴らせるんだ」など，私と同様な意見，感想でした．

このアンプは，PC電源があれば，部材が3000円ほどでおさまる安価な真空管アンプであり，部品点数も少なく，製作も容易な実用重視アンプです．ぜひこのアンプを製作，超ストレートな音を体験してみてください．

入力に，PC, CDポータブル, MDポータブル，あるいはMP3プレーヤなどのヘッドホン出力を接続するだけで，手軽に体験できます．新たなオーディオ・ライフが生まれてくるとと思います．

本装置についてのご質問・ご意見のある方は，下記の電子メールへメッセージをお送りください．

●アクリル・ケース利用のシャーシに組まれた3A5 PPアンプ

●ホームページ
http://www.geocities.jp/seychelle_7/電子メール
seychelle777@hotmail.com